

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***MOLDE PARA INYECCIÓN DE PIEZAS
DE PLÁSTICO***

DOCUMENTO 1- ÍNDICE GENERAL

Alumno: Mikel González Esteban

Director: Roberto Lobato González

Curso: 2017/2018

Fecha: 18/06/2018

MOLDE PARA INYECCIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO

1º DOCUMENTO: ÍNDICE GENERAL

2º DOCUMENTO: MEMORIA

3º DOCUMENTO: PLANOS

4º DOCUMENTO: ANÁLISIS REOLÓGICO

5º DOCUMENTO: PLIEGO DE CONDICIONES

6º DOCUMENTO: PRESUPUESTO

7º DOCUMENTO: RESUMEN

2º DOCUMENTO: MEMORIA

2.1. Introducción	pág. 1
2.1.1. Objeto del proyecto	pág. 1
2.1.2. Análisis de la pieza	pág. 2
2.1.3. Alcance del proyecto	pág. 3
2.2. Antecedentes	pág. 4
2.2.1. Consideraciones previas al diseño de un molde	pág. 4
2.2.1.1. Máquina de inyección	pág. 4
2.2.1.2. Proceso del moldeo por inyección	pág. 5
2.2.1.3. Contracción	pág. 7
2.2.1.4. Contrasalidas	pág. 9
2.2.1.5. Acabado superficial	pág. 10
2.2.2. Moldes de inyección	pág. 11
2.2.2.1. Introducción	pág. 11
2.2.2.2. Clasificación	pág. 12
2.2.2.3. Elección del tipo de molde	pág. 13
2.2.3. Molde de dos placas	pág. 14
2.2.3.1. Introducción	pág. 14
2.2.3.2. Construcción	pág. 14
2.2.4. Sistema de llenado	pág. 16
2.2.4.1. Introducción	pág. 16
2.2.4.2. Configuración del sistema	pág. 17
2.2.4.3. Configuración de los canales	pág. 18
2.2.4.3.1. Forma de la sección	pág. 18
2.2.4.3.2. Dimensiones del canal	pág. 19

2.2.4.3.3. Disposiciones del canal	pág. 20
2.2.4.4. Aplicación de boquilla caliente con colada fría	pág. 21
2.2.4.5. Extracción de la mazarota	pág. 22
2.2.5. Entradas de inyección	pág. 23
2.2.5.1. Generalidades	pág. 23
2.2.5.2. Dimensiones	pág. 23
2.2.5.3. Localización	pág. 24
2.2.5.4. Tipos de entradas	pág. 24
2.2.5.4.1. Entrada directa rectangular	pág. 24
2.2.5.4.2. Entrada en abanico	pág. 25
2.2.5.4.3. Entrada submarina	pág. 26
2.2.5.4.4. Entrada acodada	pág. 27
2.2.5.4.5. Entrada directa	pág. 27
2.2.6. Refrigeración	pág. 28
2.2.6.1. Introducción	pág. 28
2.2.6.2. Refrigerante	pág. 30
2.2.6.3. Propiedades de conductividad térmica de los materiales empleados	pág. 30
2.2.6.4. Diseño de los canales de refrigeración	pág. 31
2.2.6.4.1. Refrigeración de elementos planos	pág. 32
2.2.6.4.2. Refrigeración en espiral	pág. 32
2.2.6.5. Refrigeración de núcleos	pág. 33
2.2.6.5.1. Refrigeración dactilar	pág. 33
2.2.6.5.2. Refrigeración con lámina	pág. 34
2.2.6.5.3. Cartucho termoconductor	pág. 34

2.2.6.5.4. Refrigeración espiral	pág. 35
2.2.6.6. Tapones	pág. 36
2.2.6.7. Enchufes rápidos	pág. 36
2.2.6.8. Conexión por manguera	pág. 36
2.2.6.9. Placas aislantes	pág. 36
2.2.7. Expulsión	pág. 37
2.2.7.2. Métodos de expulsión	pág. 37
2.2.7.2.1. Expulsores tubulares	pág. 37
2.2.7.2.2. Expulsores macizos y laminares	pág. 38
2.2.7.2.3. Anillos y placas extractoras	pág. 39
2.2.7.3. Número y localización de los expulsores	pág. 40
2.2.7.4. Fuerza de extracción	pág. 40
2.2.7.5. Montaje del sistema de expulsión	pág. 41
2.2.7.6. Retroceso de los expulsores	pág. 42
2.2.7.7. Accionamiento del sistema de expulsión	pág. 43
2.2.7.8. Sufrideras	pág. 43
2.2.8. Moldes con contrasalidas	pág. 44
2.2.8.1. Correderas	pág. 44
2.2.8.1.1. Carro recto con guía inclinada	pág. 44
2.2.8.1.2. Carro inclinado con accionamiento hidráulico	pág. 45
2.2.8.1.3. Carro doble con guía inclinada	pág. 47
2.2.8.2. Desplazables inclinados	pág. 49
2.2.8.3. Soluciones adoptadas	pág. 50
2.2.9. Salidas de aire	pág. 51
2.2.9.1. Dimensiones	pág. 51

2.2.10. Elementos de guiado y centrado de moldes	pág. 52
2.2.10.1. Guías y centrado interior	pág. 53
2.2.10.2. Guiado de las placas expulsoras	pág. 54
2.2.11. Accesorios	pág. 54
2.2.11.1. Patas de protección	pág. 54
2.2.11.2. Brida de seguridad	pág. 55
2.2.11.3. Cáncamos	pág. 56
2.3. Proceso de diseño	pág. 57
2.3.1. Organización	pág. 57
2.3.2. Superficie de partición	pág. 57
2.3.3. Resolución de contrasalidas	pág. 59
2.3.3.1. Correderas	pág. 59
2.3.3.2. Desplazables inclinados	pág. 64
2.3.4. Inyección	pág. 69
2.3.5. Refrigeración	pág. 71
2.3.6. Expulsión	pág. 73
2.3.7. Núcleo	pág. 77
2.3.8. Cavity	pág. 82
2.3.9. Guiado del molde	pág. 85
2.3.10. Amarres	pág. 86
2.4. Componentes propuestos	pág. 87
2.4.1. Fabricación propia	pág. 87
2.4.1.1. Núcleo	pág. 88
2.4.1.2. Cavity	pág. 89
2.4.1.3. Conjunto corredera	pág. 89
2.4.1.4. Conjunto desplazable inclinado	pág. 91

2.4.1.5. Postizo inyección	pág. 92
2.4.1.6. Zócalo núcleo	pág. 92
2.4.1.7. Zócalo cavidad	pág. 93
2.4.1.8. Placa expulsora inferior	pág. 94
2.4.1.9. Placa expulsora superior	pág. 94
2.4.1.10. Bulón expulsor	pág. 95
2.4.1.11. Columnas	pág. 96
2.4.1.12. Disco centraje cavidad	pág. 97
2.4.1.13. Disco centraje núcleo	pág. 97
2.4.1.14. Sufrideras	pág. 98
2.4.1.15. Placa aislante	pág. 98
2.4.1.16. Guía centraje	pág. 99
2.4.1.17. Casquillo centrador	pág. 99
2.4.1.18. Brida seguridad	pág. 100
2.4.1.19. Patas	pág. 100
2.4.2. Componentes suministrados bajo pedido	pág. 101
2.4.2.1. Guías columna	pág. 101
2.4.2.2. Casquillos para guías columna	pág. 101
2.4.2.3. Guías placas expulsoras	pág. 102
2.4.2.4. Casquillos para guías placas expulsoras	pág. 102
2.4.2.5. Guías para correderas	pág. 102
2.4.2.6. Expulsores y retrocesos	pág. 103
2.4.2.7. Muelle de retención	pág. 103
2.4.2.8. Pasador	pág. 104
2.4.2.9. Boquilla caliente	pág. 104
2.4.2.10. Enchufes rápidos	pág. 104

2.4.2.11. Tapones para refrigeración interior	pág. 104
2.4.2.12. Topes placas expulsoras	pág. 104
2.4.2.13. Cáncamos de seguridad	pág. 105
2.4.2.14. Tornillos	pág. 105
2.5. Defectos en piezas inyectadas	pág. 106
2.5.1. Burbujas	pág. 106
2.5.2. Rebabas	pág. 107
2.5.3. Pieza incompleta	pág. 108
2.5.4. Rechupes	pág. 109
2.5.5. Marcas de flujo	pág. 110
2.5.6. Ráfagas plateadas	pág. 111
2.5.7. Marcas negras y de quemado (efecto diésel)	pág. 112
2.5.8. Chorro libre (jetting)	pág. 113
2.5.9. Líneas de soldadura	pág. 114
2.5.10. Neblina	pág. 115
2.5.11. Cordones	pág. 115
2.5.12. Grietas y microgrietas	pág. 116
2.5.13. Deformaciones	pág. 117
2.5.14. Dificultad para la expulsión	pág. 118
2.5.15. Veteado o motas	pág. 119
2.5.16. Puntos negros	pág. 120
2.5.17. Pobre resistencia al impacto	pág. 121
2.6. Normativa y referencias	pág. 122
2.6.1. Bibliografía	pág. 122
2.6.2. Normativa	pág. 122
2.6.3. Catálogos	pág. 122

3º DOCUMENTO: PLANOS

Pieza	MI-P00
Molde abierto	MI-C01
Parte móvil	MI-C02
Parte fija	MI-C03
Elementos exteriores	MI-C04
Conjunto corredera	MI-C05
Conjunto desplazable inclinado	MI-C06
Expulsión	MI-C07
Refrigeración	MI-C08
Núcleo	MI-P01
Cavidad	MI-P02
Corredera	MI-P03
Desplazable inclinado (parte 1)	MI-P04
Desplazable inclinado (parte 2)	MI-P05
Placa expulsora inferior	MI-P06
Placa expulsora superior	MI-P07
Zócalos	MI-P08
Inyección	MI-P09
Discos centraje / Casquillo centrador	MI-P10
Bulón expulsor / Placa aislante	MI-P11
Columnas	MI-P12
Sufridera / Guía centraje	MI-P13
Accesorios	MI-P14

4º DOCUMENTO: ANÁLISIS REOLÓGICO

4.1. Consideraciones previas	pág. 1
4.1.1. Análisis dimensional	pág. 1
4.1.2. Propiedades del material	pág. 5
4.1.3. Condiciones de inyección	pág. 5
4.2 Resultados obtenidos	pág. 7
4.2.1. Llenado	pág. 7
4.2.2. Presión en la conmutación	pág. 8
4.2.3. Temperatura en el frente de flujo	pág. 9
4.2.4. Presión en el punto de inyección	pág. 10
4.2.5. Fuerza de cierre	pág. 11
4.2.6. Cizallamiento	pág. 12
4.2.7. Tiempo de solidificación	pág. 13
4.2.8. Rechupes	pág. 14
4.2.9. Contracción volumétrica	pág. 15
4.2.10. Atrapamientos de aire	pág. 16
4.2.11. Líneas de unión	pág. 17
4.2.12. Temperatura en los circuitos de refrigeración	pág. 18
4.2.13. Tiempo para alcanzar la temperatura de expulsión (pieza)	pág. 19
4.2.14. Tiempo para alcanzar la temperatura de expulsión (canales alimentación)	pág. 20
4.2.15. Eficiencia de la refrigeración	pág. 21
4.2.16. Temperatura del molde	pág. 22

4.2.17. Deformaciones	pág. 23
4.2.17. Deformaciones eje x	pág. 24
4.2.17. Deformaciones eje y	pág. 25
4.2.17. Deformaciones eje z	pág. 26
4.3 Conclusiones	pág. 27

5.1. Condiciones generales	pág. 1
5.1.1. Objeto del pliego de condiciones	pág. 1
5.1.2. Alcance del pliego	pág. 1
5.2. Condiciones específicas	pág. 1
5.2.1. Condiciones técnicas	pág. 1
5.2.1.1. Materiales, tratamientos y acabados	pág. 1
5.2.1.2. Diseño y fabricación	pág. 3
5.2.2. Condiciones de marcado e identificación	pág. 3
5.2.2.1. Número de cavidad	pág. 4
5.2.2.2. Anagrama del fabricante	pág. 4
5.2.2.3. Fechador	pág. 4
5.2.2.4. Postizo de cobre	pág. 5
5.2.2.5. Marcajes varios	pág. 5
5.2.2.6. Postizo de acero	pág. 6
5.2.2.7. Indicador del número de prueba realizada	pág. 6
5.2.2.8. Marcajes exteriores del molde	pág. 6
5.2.2.8.1. Referencia del molde	pág. 7
5.2.2.8.2. Placa de identificación general	pág. 7
5.2.2.8.3. Placa de identificación del utillaje del cliente	pág. 8
5.2.2.8.4. Placa de identificación del esquema de conexiones	pág. 8
5.2.2.8.5. Placa de identificación de la boquilla caliente	pág. 8

5.2.2.8.6. Placa informativa de seguridad	pág. 9
5.2.2.8.7. Acabado exterior del molde	pág. 9
5.2.2.9. Marcaje de los componentes del molde	pág. 9
5.2.3. Optimización y puesta en marcha	pág. 10
5.2.4. Condiciones de alzado y manipulación	pág. 11
5.2.4.1. Equilibrado	pág. 11
5.2.4.1. Montaje y extracción del molde en máquina	pág. 11
5.2.4.1. Operación de giro del molde	pág. 13
5.2.5. Normativa para el transporte de moldes	pág. 14

6º DOCUMENTO: PRESUPUESTO

6.1. Introducción	pág. 1
6.2. Cuadro de precios	pág. 2
6.2.1. Materias primas	pág. 2
6.2.2. Fabricación	pág. 4
6.2.3. Componentes comerciales	pág. 5
6.2.4. Gastos complementarios	pág. 7
6.3. Presupuesto parcial	pág. 8
6.3.1. Presupuesto de ejecución material	pág. 8
6.3.2. Presupuesto de ejecución por contrata	pág. 9
6.4. Presupuesto total de ejecución del proyecto	pág. 10

7º DOCUMENTO: RESUMEN

7.1. Objeto y alcance del proyecto	pág. 1
7.2. Datos de partida	pág. 1
7.3. Simulaciones, análisis y cálculos	pág. 2
7.4. Soluciones adoptadas	pág. 3
7.5. Presupuesto	pág. 5